

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 114**

51 Int. Cl.:

G02B 27/09 (2006.01)

F21V 33/00 (2006.01)

G02B 27/10 (2006.01)

G02B 27/20 (2006.01)

G02B 27/42 (2006.01)

G08B 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.06.2015** **E 15173023 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017** **EP 3032319**

54 Título: **Dispositivo de iluminación láser y aplicación del mismo**

30 Prioridad:

09.12.2014 US 201414564854

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

28.12.2017

73 Titular/es:

REDPATH, RICHARD (50.0%)

109 Blythewood Court

Cary, NC 27513, US y

REDPATH, JAMES (50.0%)

72 Inventor/es:

REDPATH, RICHARD y

REDPATH, JAMES

74 Agente/Representante:

CAMACHO PINA, Piedad

ES 2 648 114 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de iluminación láser y aplicación del mismo.

5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere en general a un dispositivo de iluminación y a la aplicación del mismo. Más específicamente, es un dispositivo de iluminación láser que puede proporcionar una pluralidad de haces de luz en ciertas situaciones tales como un espacio lleno de humo, turbidez y similares.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] La iluminación es un elemento fundamental para permitir que un ser humano obtenga una vista. Dicha iluminación comprende una amplia variedad de diferentes fuentes de luz, incluyendo luz solar, fuego, diferentes tipos de luz incandescente tradicional, la luz CFL más conservadora de energía, luz LED, así como la luz láser más eficiente, etc.

15

[0003] Se conocen soluciones de iluminación para edificios que utilizan luz láser, tal como la descrita en el documento US / 2011/0280006, y otras disposiciones de iluminación también se han usado en el contexto del mapeo láser de individuos y la protección de imágenes, tal como en los dispositivos descritos en los documentos US2011 / 075259, US2013 / 120841, US2002 / 0061048 y US2012 / 105855.

20

[0004] Cada una de las fuentes de luz anteriores tiene sus áreas de aplicación específicas. Por ejemplo, la luz solar suele ser suficiente para actividades al aire libre durante el día; mientras que no es muy útil en un área cerrada. Estas fuentes de luz artificiales (hechas por el hombre) se usan generalmente en interiores. Son capaces de proporcionar iluminación en diferentes situaciones y en diferentes lugares. Sin embargo, en ciertas áreas específicas, incluyendo la iluminación para un pasillo largo pero estrecho y un área llena de humo, la mayoría de las fuentes de luz convencionales no son capaces de proporcionar iluminación con una percepción de profundidad y visibilidad hacia adelante deseable. Por otro lado, en esas áreas específicas, incluido el pasillo largo y estrecho y el área llena de humo, tales características, incluida la percepción de profundidad y la visibilidad hacia adelante, son aún más importantes y necesarias. Por ejemplo, en un área llena de humo en una escena de incendio, una buena iluminación puede salvar muchas vidas.

25

30

[0005] En vista de lo anterior, un dispositivo de iluminación específico que es capaz de funcionar adecuadamente en áreas como un pasillo largo y estrecho o un área llena de humo en necesidades urgentes, con el fin de proporcionar una percepción de profundidad y una visibilidad hacia adelante deseables.

35

[0006] Hasta la fecha, la mayoría de las tecnologías existentes o dispositivos de iluminación disponibles, que se pretende que funcionen en las áreas anteriores, no son capaces de proporcionar resultados satisfactorios. Algunos dispositivos solo pueden proporcionar resultados insuficientes de iluminación en estas situaciones. Mientras que otros dispositivos son capaces de proporcionar resultados de iluminación relativamente mejores, requieren estructura o infraestructuras complejas, como ciertos trabajos de cableado, que son lo que las personas intentan evitar al caminar en un pasillo largo y estrecho o al escapar de una escena de incendio llena de humo.

40

[0007] Como se mencionó anteriormente, la tecnología existente puede necesitar un diseño complejo y / o un cableado de soporte u otros componentes con el fin de proporcionar iluminación deseable a ciertas áreas tales como un pasillo largo y estrecho, una habitación pequeña, etc. Es común que una infraestructura de cableado y / o fibra óptica se utilice para lograr iluminación a lo largo de áreas escalonadas o simplemente para tener una luz de base amplia y reflectante, como un enchufe de luz nocturna para iluminación radial o unidades montadas en la pared lateral. Algunos sistemas de evacuación de fuego con luz láser necesitan infraestructuras complejas en las que los haces de luz láser se conectan al techo utilizando fibra óptica y diodos láser integrados controlados por una unidad central con posibles aparatos mecánicos, como un espejo giratorio. En algunas otras tecnologías existentes, las fibras ópticas se utilizan como unidades montadas en la pared o bandas de luz a lo largo del camino de un pasillo para la iluminación del área

45

50

5 **[0008]** Los dispositivos existentes mencionados anteriormente aparentemente no son muy eficientes ni fáciles de usar. A este respecto, el dispositivo de iluminación láser y la aplicación del mismo en la presente invención pueden proporcionar una mejor iluminación, especialmente en tales áreas, que incluyen un pasillo largo y estrecho, una habitación llena de humo o un entorno submarino con cierta turbidez. Este dispositivo se aleja del diseño convencional del sistema de iluminación de día moderno y proporciona una percepción de profundidad y visibilidad hacia adelante deseable. Además, esta función de iluminación de área estrecha se habilita sin la necesidad de una infraestructura de conexión de iluminación más compleja.

10 **[0009]** La luz láser ya se ha utilizado en sistema de escape de incendios para superar la menor visibilidad de las luces cuando el humo se vuelve espeso. Además, sus rayos de luz están configurados en serie para encenderse y conducir al escape. Desafortunadamente, la luz láser no se usa para proyectar puntos de refracción de la luz (flexión) en las superficies para identificar planos radiantes a lo largo del camino para guiar a un individuo hacia la salida, proporcionando percepción de profundidad y visibilidad hacia adelante. Además, los dispositivos de iluminación láser actualmente disponibles no funcionan bien en una habitación llena de humo. Si la luz del láser es muy brillante, entonces el humo (partículas diminutas que forman el humo) o la turbidez reflejarán una luz fuerte hacia atrás, lo que impediría al usuario ver cualquier detalle que no sea un campo de visión cegadora. Por otro lado, si la luz del láser no es tan brillante, entonces el humo (partículas pequeñas) puede absorber una parte sustancial de la luz, lo que puede hacer que la distancia detectable hacia adelante sea demasiado corta para ser útil.

20 **[0010]** A la luz de lo anterior, por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de iluminación láser, que sea capaz de ofrecer una perspectiva de profundidad y una visión hacia adelante deseables; y al mismo tiempo, evite las situaciones en que una luz láser se refleja por partículas de humo para formar un campo de visión cegadora sin detalles discernibles y que una luz láser es absorbida por las partículas de humo y por lo tanto se pierde en una corta distancia antes de viajar suficiente distancia en un humo.

25

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 **[0011]** La patente o solicitud presentada contiene al menos un dibujo ejecutado en color. Las copias de esta publicación de patente o solicitud de patente con dibujo (s) en color serán proporcionadas por la oficina previa solicitud y pago de la tarifa necesaria.

La Figura 1A es una vista esquemática de una realización de la presente invención.

La Figura 1B es una vista esquemática de una sección transversal de los haces de luz láser (150) mostrados en la Figura 1A.

35 La Figura 2 es una distribución de potencia normalizada de los haces de luz de un dispositivo ejemplar.

La Figura 3 es una distribución de potencia normalizada de los haces de luz de una realización (patrón de rosquilla) de la presente invención.

La Figura 4 es una evaluación de los rayos de luz difractados de una fuente de luz láser verde (532 nm).

La Figura 5 es una evaluación de los rayos de luz difractados de una fuente de luz láser azul (450 nm).

40 Las Figuras 6A a 6D son análisis de la distribución del haz luminoso de la rosquilla.

La Figura 7 representa un ejemplo de la presente invención utilizada en una habitación pequeña.

La Figura 8 representa un ejemplo de la presente invención utilizada en un pasillo largo.

DESCRIPCIONES DETALLADAS DE LA INVENCION

45

[0012] Todas las ilustraciones de los dibujos tienen el propósito de describir versiones seleccionadas de la presente invención y no están destinadas a limitar el alcance de la presente invención.

50 **[0013]** La presente invención es un dispositivo de iluminación láser que es adecuado para ser utilizado en ciertas situaciones, incluyendo un pasillo largo, una habitación llena de humo u otro espacio cerrado, así como un entorno bajo el agua con cierta turbidez. Además, con una configuración de infraestructura limitada, es capaz de lograr una iluminación de área deseable.

[0014] Además, la presente invención también incluye un método para usar el dispositivo de iluminación láser anterior, para proporcionar un efecto de iluminación deseable en ciertas áreas o situaciones.

5 **[0015]** Más específicamente, la presente invención ha proporcionado un dispositivo de iluminación láser que puede emitir una pluralidad de haces de luz que cubren un área amplia en lugar de la luz radial común utilizada en la iluminación moderna, que típicamente es un haz de luz único para proporcionar una única mancha brillante, que es más concentrada.

10 **[0016]** En particular, con respecto a los haces de luz láser descritos en la presente invención, las intensidades de luz (potencia) de la pluralidad de rayos de luz tienen un patrón de rosquilla también conocido como patrón toroidal. En un caso, sus puntos de luz en el área central son mucho más débiles que los puntos de luz en áreas del borde exterior. De esta forma, los puntos de luz generados por el dispositivo de iluminación láser de la presente invención están así en un patrón de rosquilla único, que es particularmente útil en ciertas situaciones, tales como una habitación llena de humo.

15 **[0017]** Además, el dispositivo de iluminación láser de la presente invención también se puede usar bajo agua, tal como en una piscina. Cuando se utiliza como iluminación de piscina, es capaz de proporcionar una función de luz convincente para la iluminación subacuática. Las áreas de la piscina se iluminarán con puntos para delinear claramente los límites de la piscina y las zonas de agua con puntos distorsionados. Además, la presente invención también se puede usar en aguas profundas como iluminación sumergible, que incluye luz LED / luz estroboscópica

20 **[0018]** Con referencia a la Figura 1A, el dispositivo de iluminación láser 100 de la presente invención comprende principalmente un diodo láser 110 y una red óptica de difracción 130. Además, la presente invención puede comprender un recinto para cubrir el diodo láser y la red de difracción.

25 **[0019]** Se observa que cualquier diodo láser que pueda funcionar adecuadamente en el dispositivo de iluminación de la presente invención se puede usar en la presente invención. En otras palabras, la presente invención no necesita un tipo específico de diodo láser. Un diodo láser es un láser semiconductor bombeado eléctricamente en el que el medio activo está formado por una unión p-n de un diodo semiconductor similar al encontrado en un diodo emisor de luz. El diodo láser es el tipo más común de láser producido con una amplia gama de aplicaciones. En la presente invención, el diodo láser se ha usado como una fuente de luz fiable.

30 **[0020]** Un diodo láser es eléctricamente un diodo p-i-n. La región activa del diodo láser se encuentra en la región intrínseca, y los portadores, electrones y orificios se bombean desde las regiones N y P, respectivamente. Todos los láseres de módem utilizan la implementación de doble estructura heterogénea, donde los portadores y los fotones están confinados para maximizar sus posibilidades de recombinación y generación de luz. A diferencia de un diodo regular utilizado en electrónica, el objetivo de un diodo láser es que todos los portadores se recombinen en la región intrínseca y, por lo tanto, produzcan luz.

35 **[0021]** La rejilla de difracción 130 es otro componente clave de la presente invención. Una rejilla de difracción es un componente óptico con una estructura periódica, que divide y difracta la luz en varios haces que viajan en diferentes direcciones. Las direcciones de estos haces dependen de la separación de la rejilla y la longitud de onda de la luz para que la rejilla actúe como el elemento dispersivo. Para aplicaciones prácticas, las rejillas generalmente tienen crestas o rayas en su superficie en lugar de líneas oscuras.

40 **[0022]** En cuanto a la función de una rejilla de difracción, la relación entre el espaciado de la rejilla y los ángulos de los haces de luz incidente y difractado se conoce como la ecuación de rejilla. De acuerdo con el principio de Huygens-Fresnel, cada punto en el frente de onda de una onda de propagación se puede considerar como una fuente puntual, y el frente de onda en cualquier punto subsiguiente se puede encontrar sumando las contribuciones de cada una de estas fuentes individuales puntuales.

45 **[0023]** Además, una rejilla puede ser del tipo "reflectante" o "transmisivo", análoga a un espejo o lente, respectivamente. En la presente invención, la red de difracción es principalmente una red de tipo transmisivo.

[0024] En la presente invención, se ha generado un haz de luz láser 120 desde el diodo láser. El haz de luz incide con la red de difracción; y bajo el efecto de la rejilla, se convierte en una combinación de una pluralidad de haces de luz láser 150, en donde el único haz de luz se puede referir como el haz de luz láser de entrada y la pluralidad de haces de luz láser que salen de la rejilla de difracción puede ser referido como el haz de luz láser de salida.

5

[0025] Además, como se muestra en la Figura 1B, en la sección transversal 140 del haz de luz láser de salida, la pluralidad de haces de luz láser se ha distribuido para formar un patrón específico. En ciertas situaciones específicas, como un pasillo largo, una habitación llena de humo o un entorno submarino con cierta turbidez, para proporcionar una visión clara con percepción y visibilidad hacia adelante, la pluralidad de haces de luz de salida debe estar en un cierto patrón (como el patrón de rosquilla).

10

[0026] Como se mencionó anteriormente, la rejilla de difracción es capaz de convertir un único haz de luz láser en una pluralidad de haces láser. Este proceso produce un efecto de iluminación no cegadora. La coherencia de los rayos láser limita la capacidad de luz cegadora. Una luz cegadora hace que una luz espacial resplandezca lo suficiente como para que una persona no pueda discernir otra cosa que no sea el espacio resplandeciente. La pluralidad de haces se define por el término órdenes M. La rejilla de difracción está diseñada para producir potencia casi igual para las órdenes M. Por lo general, podemos lograr hasta 10 órdenes que son aproximadamente 400 rayos láser. M es un número entero conocido como el orden del haz difractado. Por la ley física, $m\lambda = d \sin\theta$, en donde, λ es la longitud de onda, d es la distancia entre planos de cristal, θ es el ángulo de la onda difractada y m es un número entero conocido como el orden del haz difractado. En otras palabras, a una distancia d, un desplazamiento y de cada haz desde una línea central de la red de difracción es igual a un orden m del haz multiplicado por una longitud de onda λ de la luz láser multiplicada por la distancia D dividida por una separación de rendija d de la red de difracción.

15

20

[0027] Con referencia a la figura 2, no de acuerdo con la invención, se han utilizado técnicas sofisticadas de bordes semiconductores para producir siete m órdenes de haces de luz. La potencia de cada haz ha sido evaluada. Ha demostrado que la potencia de cada haz está muy cerca una de otra. Además, las diferencias de potencia entre cada haz se distribuyen aleatoriamente con poca diferencia entre diferentes haces.

25

[0028] En una realización a modo de ejemplo de la presente invención, la fuente del diodo láser es un láser verde de 532 nm con una potencia de 20 mw, como se muestra en la figura 4. El área blanca está justo por debajo de 1 mw de salida medida a 100 mm a través de un sensor de 8 mm. Cuatro órdenes se muestran a la izquierda y derecha y el orden cero en el centro (siendo blanco). Cuanto más oscuro es el verde, menos potencia tiene; y cuanto más brillante (blanco), mayor es la potencia de salida. En esta realización, podríamos ver que la distribución de energía está en un patrón diagonal. Además, también se puede ver que la distribución no está normalizada en todas las órdenes, ya que hay más potencia fuera de la primera orden.

30

35

[0029] En otra realización ejemplar, como se muestra en la figura 5, la fuente de láser está en 450 nm con una potencia de entrada de 20 mw. En el área central, la región blanca es una salida de 2.50 mw.

[0030] Se desea distribuir la energía de manera más uniforme para usar la potencia del láser en un área amplia pero ningún área es mayor que 1 mw. En este sentido, si las órdenes pudieran controlar una potencia del láser de 10 mw en 5 órdenes (total 10 en ambos lados) para un área, entonces cada punto sería 1 mw. De esta forma, el dispositivo láser de tal potencia se etiquetaría como Clase 2, en lugar de Clase 3R. Los dispositivos láser de Clase 2 son seguros para el funcionamiento y la importación en la mayoría de los países. Mientras que los dispositivos láser de Clase 3R se consideran seguros sólo bajo la condición de que se manejen con cuidado y con visión de haz restringida, y por lo tanto no son seguros para la importación y operación legal.

40

45

[0031] A la luz de lo anterior, los dispositivos de iluminación láser en estas realizaciones a modo de ejemplo tienen las características siguientes. La distribución de la energía no es gaussiana, sino que está normalizada para utilizar eficazmente la potencia del láser en un área amplia. Además, el área entre los puntos que se conoce como área de la nube debe ser lo más clara posible; el objetivo es crear un patrón de puntos perfecto, como el experimento de Young para la difracción de luz a partir de una rendija. Los puntos iluminarán un área desde el exterior, llamada iluminación de

50

destino, por la cual el observador no vería la luz en la ubicación de origen, y el área de destino se ilumina con más brillo que la ubicación de origen. Además, el punto no tiene que ser redondo o cuadrado.

5 [0032] Por otro lado, en ciertas situaciones, tales como un espacio lleno de humo, un pasillo largo o una situación subacuática con cierta turbidez, la pluralidad de haces de láser con la misma intensidad puede aún no ser capaz de ofrecer un efecto de iluminación deseable. En particular, en el área de visión central, los rayos láser pueden ser demasiado brillantes como para proporcionar detalles claros del espacio. A este respecto, en la presente invención, la rejilla de difracción se ha modificado adicionalmente para reducir la potencia de los haces láser centrales, por lo que no se utiliza el espacio central para la iluminación. Como resultado, un espacio central más claro en una habitación llena de humo parecerá iluminar las paredes y el piso de manera más eficiente en un ambiente en el que la luz cegadora es un problema.

15 [0033] Con referencia a la Figura 3 según la invención, se muestra un gráfico de una rejilla de difracción híbrida. Las órdenes M centrales son menos potentes que las órdenes M de borde externo. Esto se puede denominar distribución de rosquilla. Esta rejilla de difracción especializada funciona controlando la potencia de las órdenes M, que se optimizarían para configuraciones de sala específicas. Por ejemplo, optimizar las ordenes M para potencia, especialmente la configuración de rosquilla.

20 [0034] Como se muestra en la figura 3, en dicha configuración de rosquilla, el haz de luz láser de salida en el centro (orden cero) es menos potente que los haces de luz en el área de salida. Alternativamente, en algunos casos, no podría haber incluso ningún haz de luz de orden cero. Las características de esta distribución de rosquilla se han mostrado en las Figuras 6A-6D, donde se puede ver claramente que el área central tiene menos potencia, y es casi una distribución gaussiana inversa. Esta distribución de rosquilla tiene una clara ventaja en ciertas situaciones, como para proporcionar iluminación en una habitación llena de humo. En tal caso, el orden cero no es necesario.

25 [0035] Además, se desea que no haya más de un punto a una distancia de 0,90 mm entre sí de otro en una distancia de 100 mm para no ocupar el sensor de 8 mm para medir la potencia. En un ejemplo, como se muestra en la Figura 7, suponiendo que en una distancia de 300 cm (ángulo de 26.5 grados a cada lado, el eje completo es de 53 grados en total), la quinta orden en cada lado estaría a 146 cm del orden cero, lo que significa que un espacio de ocupación sería de 292 cm en la distancia de 300 cm. Se observa que el orden cero es en realidad el centro, aunque no hay un orden cero en este caso (distribución de rosquilla). Esto es realmente óptimo para un techo en una sala de iluminación de 3 metros cuadrados.

35 [0036] En otro ejemplo, en un pasillo de dos personas con un ancho de 150 cm, suponiendo que el eje completo es 53 grados y que cada punto está separado por 5,3 ($25,6 / 5 = 5,3$), entonces, las posiciones de impacto calculadas de la iluminación láser en la pared para un conjunto de órdenes se muestran en la Figura 8. Para una vivienda unifamiliar, el pasillo tendría 100 cm de ancho. Como el propósito es distribuir la potencia, por lo tanto, si el orden cero es menor que el mencionado anteriormente en la distribución del patrón de rosquilla, la distribución de la luz exterior sería más fuerte. En consecuencia, no se desea ningún orden cero.

40 [0037] A partir de los ejemplos anteriores, parece que la presente invención también tiene las características de que los haces de luz en el orden cero son mucho más débiles que otros haces de luz y en una condición extrema, podría eliminarse esencialmente. A través de una serie de estudios, se ha determinado que el área total del eje entre las quintas órdenes (lados izquierdo y derecho) es de 53 grados, que en general es capaz de producir un resultado deseable. Además, también se ha optimizado que un área de eje completo entre las quintas órdenes de 50 a 70 grados para larga distancia tiene un control estricto de no tener más de un haz (punto) dentro de una distancia de 7 mm desde una distancia de 100 mm. La pupila humana de 7 mm no puede ser impactada por más de un haz desde una distancia mayor de 100 mm por cuestiones de seguridad.

50 [0038] El área central se ha optimizado sin haces de luz láser y, por lo tanto, produce puntos de luz en las paredes. Es decir, el piso estaría iluminado al igual que las paredes, pero el área central donde la mayor parte del humo existente tendría menos o esencialmente ningún haz de luz, por lo tanto, minimizaría la aparición de una luz cegadora. Además, sin un área llena de humo, una mayor potencia del láser sería segura con la estricta restricción de seguridad para la

pupila a una distancia de 100 mm, que se ha descrito anteriormente. La iluminación en la región de salida estaría provista con la mejor iluminación posible para un pasillo, sala, escaleras, condiciones turbias bajo el agua y especialmente espacio lleno de humo para la navegación.

- 5 **[0039]** Por lo tanto, la presente invención usa una rejilla de difracción para iluminar áreas pequeñas para una amplia iluminación con infraestructura de iluminación limitada, donde la rejilla de difracción difunde luz láser en una pluralidad de haces en ciertos patrones, tales como un patrón de distribución de rosquilla, para producir amplia iluminación a distancia con sombras limitadas. La iluminación crea un efecto visual tridimensional que incluye puntos de iluminación y líneas de iluminación y el efecto visual.

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo de iluminación láser (100) para proporcionar una iluminación de amplio alcance para un área, comprendiendo el área un espacio lleno de humo, un pasillo y / o un entorno submarino con una turbidez, comprendiendo el dispositivo de iluminación láser
- 10 una fuente de luz láser (110) que define un eje de haz de luz láser de entrada;
un elemento de difracción (130);
la fuente de luz láser (110) estando adaptada para generar un haz de luz láser de entrada (120);
el elemento de difracción (130) teniendo una estructura periódica que está adaptada para convertir el haz de luz láser de entrada (120) en una pluralidad de haces de luz láser de salida a través de una pluralidad de órdenes de difracción; y
- 15 **caracterizado por** una pluralidad de rayos de luz láser de salida en cada una de la pluralidad de órdenes de difracción que forman un patrón, estando cada patrón formado por una sección transversal (140) de la pluralidad de haces de luz láser de salida;
una energía que se distribuye entre la pluralidad de puntos de luz en cada patrón en una distribución de potencia toroidal, un área central que tiene menos potencia en una distribución gaussiana casi inversa;
toda la pluralidad de puntos de luz creando un efecto visual tridimensional en el área.
- 20 2. El dispositivo de iluminación láser (100) para proporcionar una iluminación de amplio alcance para un área según la reivindicación 1, en el que:
- 25 la fuente de luz láser (110) es un diodo láser; y
el elemento de difracción (130) es una red óptica de difracción.
- 30 3. El dispositivo de iluminación láser (100) para proporcionar una iluminación de amplio alcance para un área reivindicada en la reivindicación 1, en la que
- el elemento de difracción (130) está adaptado de manera que cada una de la pluralidad de puntos de luz se forma como una mancha de luz redonda.
- 35 4. El dispositivo de iluminación láser (100) para proporcionar una iluminación de amplio alcance para un área reivindicada en la reivindicación 1, en donde
- el elemento de difracción (130) está adaptado de manera que cada una de la pluralidad de puntos de luz está formada como una mancha de luz cuadrada.
- 40 5. El dispositivo de iluminación láser (100) para proporcionar una iluminación de amplio alcance para un área reivindicada en la reivindicación 1, que comprende
- un haz de luz de orden cero que forma una mancha de luz en un área central del patrón; y
en la pluralidad de puntos de luz, una potencia de una mancha de luz formada por el haz de luz de orden cero que es menor que la potencia de otros puntos de luz.
- 45 6. El dispositivo de iluminación láser (100) para proporcionar una iluminación de amplio alcance para un área reivindicada en la reivindicación 6, que comprende
- 50 el elemento de difracción (130) está adaptado de modo que la potencia del punto de luz formado por el haz de luz de orden cero es cero.
7. El dispositivo de iluminación láser (100) para proporcionar una iluminación de amplio alcance para un área reivindicada en la reivindicación 1, que comprende

un área de eje completo entre un haz de luz de 5º orden izquierdo y un haz de luz de 5º orden derecho de 50 grados a 70 grados; y
a una distancia de 100 mm del elemento de difracción del dispositivo de iluminación láser, una primera mancha de luz estando separada de cualquier punto de luz adyacente a la primera mancha de luz en una longitud no inferior a 7 mm.

5

8. El dispositivo de iluminación láser (100) para proporcionar una iluminación de amplio alcance para un área reivindicada en la reivindicación 8, que comprende el área del eje completo entre un haz de luz de 5º orden izquierdo y un haz de luz de 5º orden derecho de 53 grados.

10

9. Un método para proporcionar una iluminación de amplio rango para un área con un dispositivo de iluminación láser, comprendiendo el área un espacio lleno de humo, un pasillo y / o un entorno submarino con una turbidez, comprendiendo el método: proporcionar una fuente de luz láser (110), la fuente de luz láser (110) siendo un diodo láser; proporcionar un elemento de difracción (130), siendo el elemento de difracción (130) una red de difracción; generar un haz de luz láser de entrada (120) con la fuente de luz láser (110); difractar el haz de luz láser de entrada (120) en una pluralidad de haces de luz láser de salida a través de una pluralidad de órdenes de difracción; formar un patrón para cada orden de difracción que comprende una pluralidad de puntos de luz; proporcionar una iluminación con percepción de profundidad y visibilidad hacia adelante para el área; distribuir una energía entre la pluralidad de puntos de luz en cada patrón en una distribución de energía toroidal, un área central que tiene menos potencia en una distribución gaussiana casi inversa; de modo que toda la pluralidad de puntos de luz crea un efecto visual tridimensional en el área.

15

20

10. Un método según la reivindicación 9, que comprende además formar una mancha de luz en un área central del patrón con un haz de luz de orden cero; y ajustar una potencia de un punto de luz formado por el haz de luz de orden cero para que sea menor que la potencia de otros puntos de luz en la pluralidad de puntos de luz.

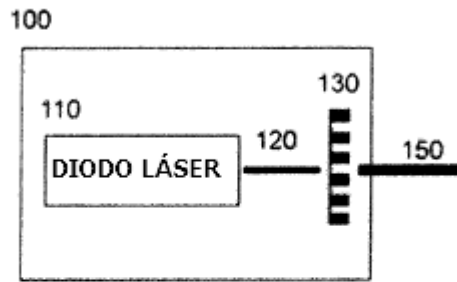


FIGURA 1A

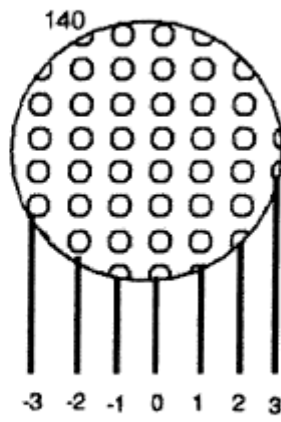


FIGURA 1B

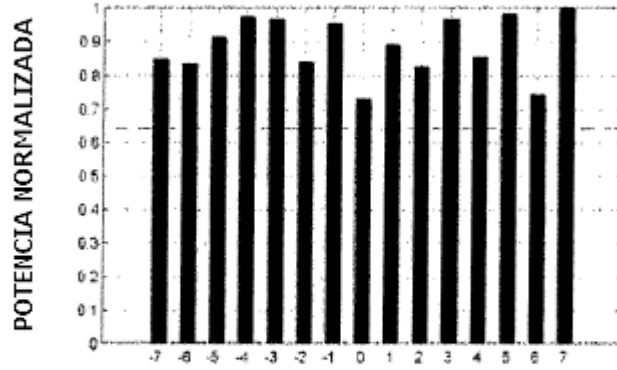


FIGURA 2

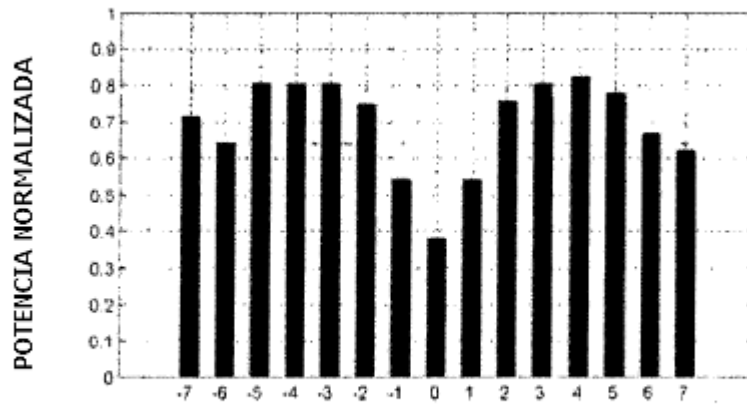
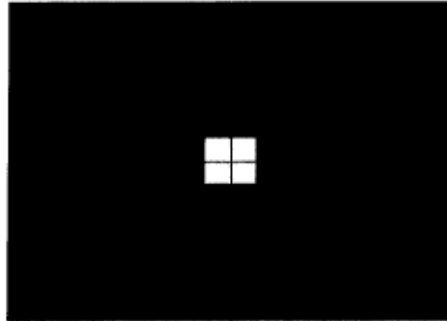
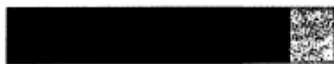
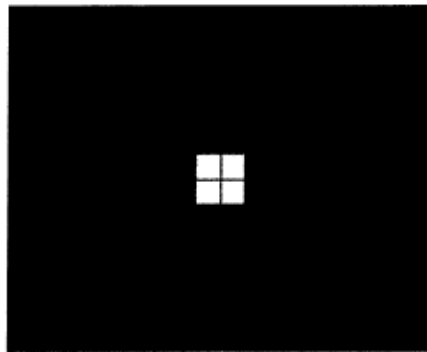


FIGURA 3



Eje central {0.03,0.05,0.08,0.15, 0.5, 0.15,0.08,0.05,0.03},

FIGURA 4



Eje central {0.008,0.16,0.17,0.09, 2.50, 0.09,0.17,0.16,0.008},

FIGURA 5

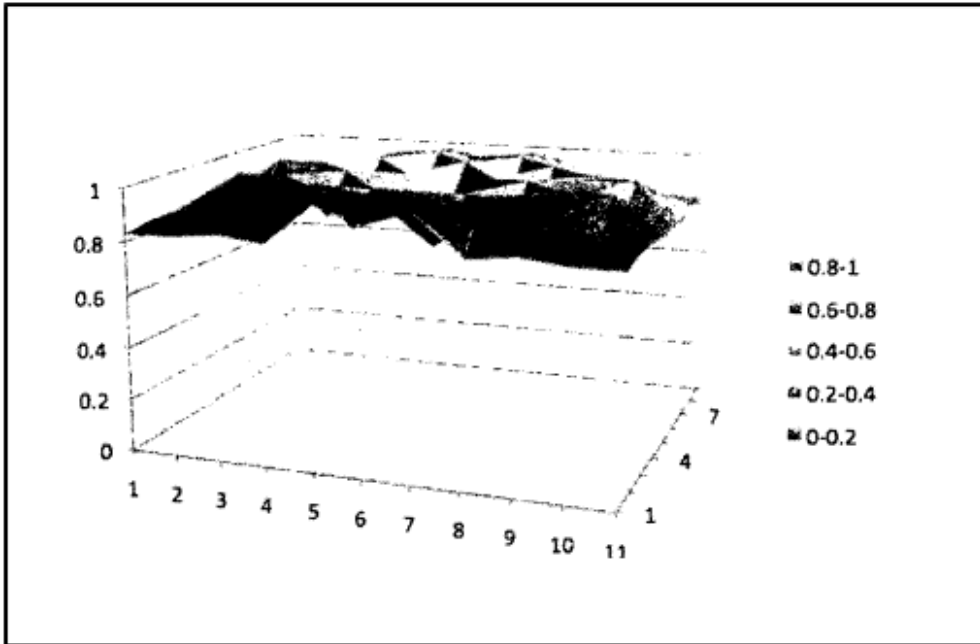


FIGURA 6A

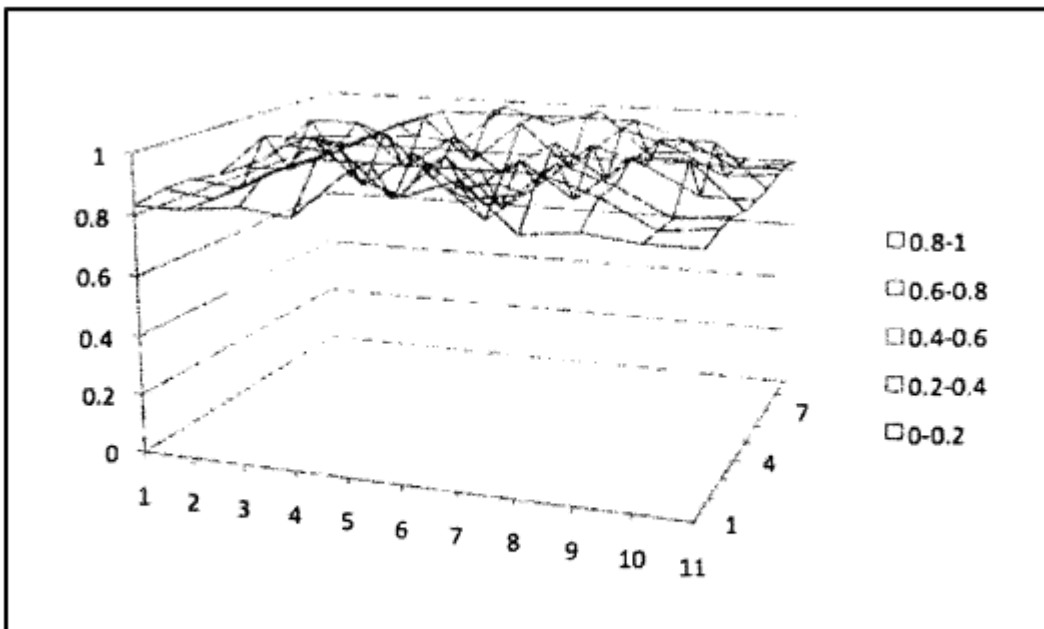


FIGURA 6B

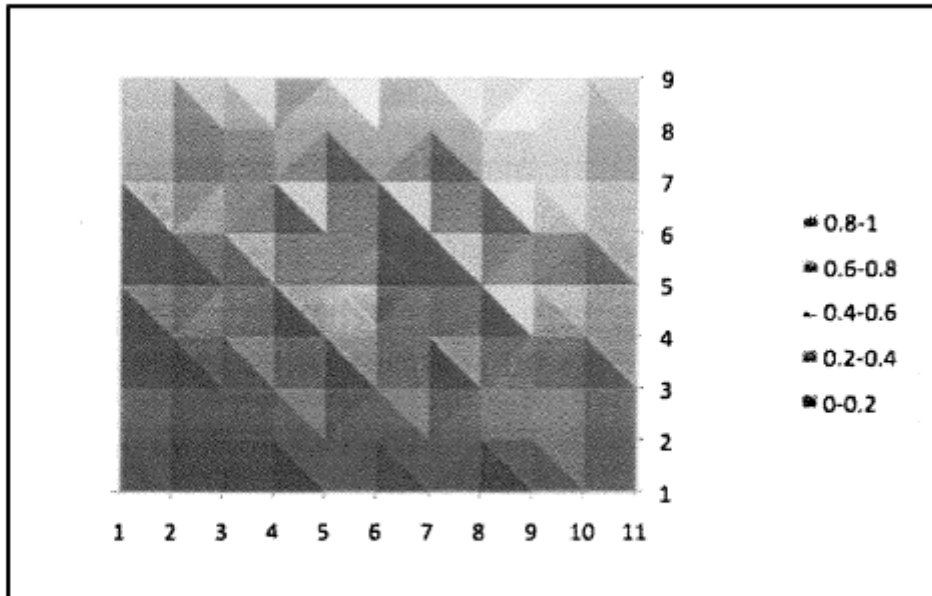


FIGURA 6C

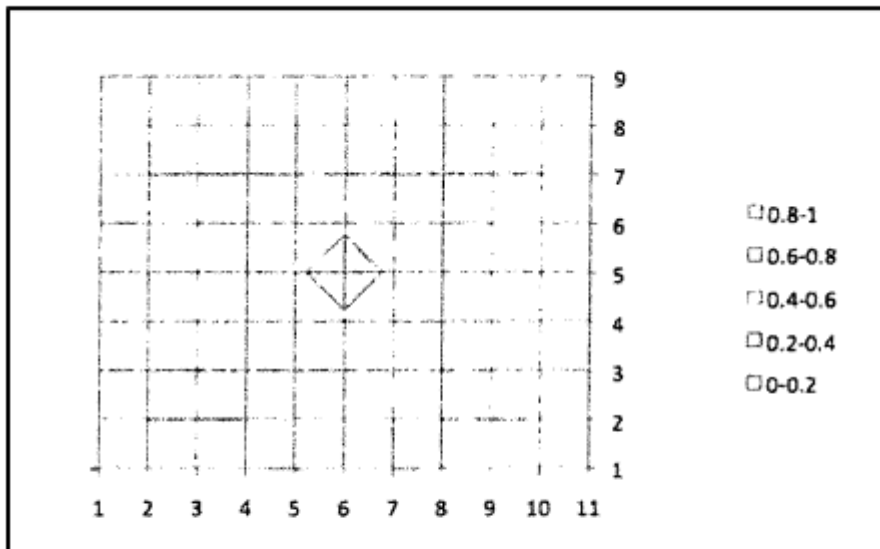


FIGURA 6D

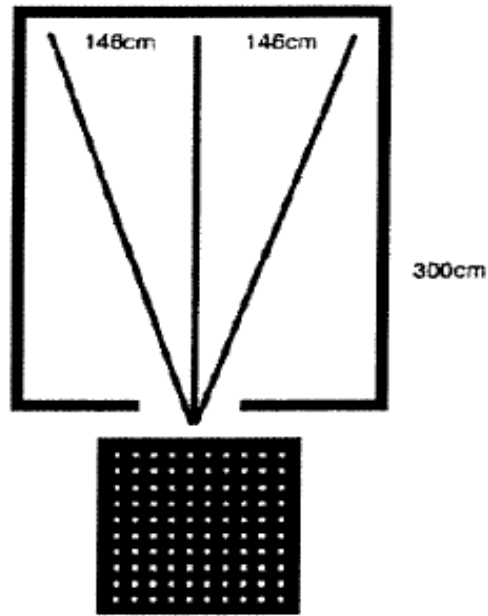


FIGURA 7

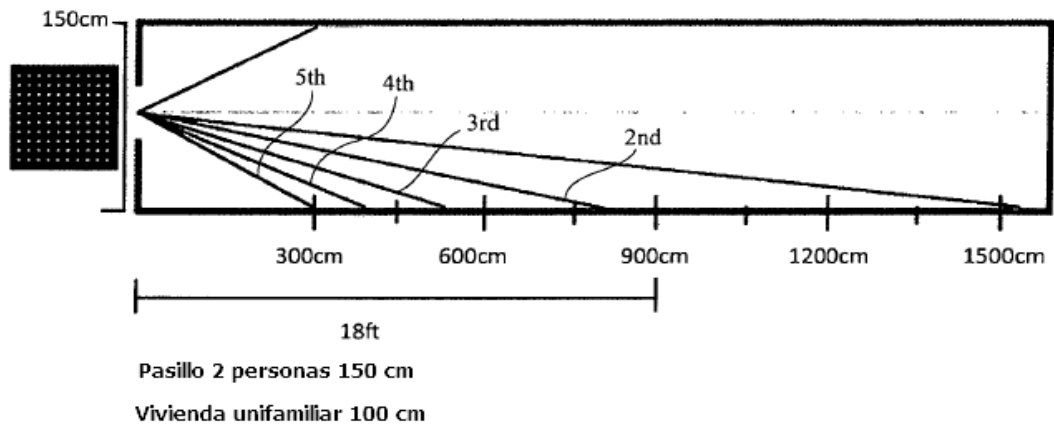


FIGURA 8